

# Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas.

Ana María PUJANTE MORA<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología, Universitat de Valencia. Dr. Moliner, 50. 46100-Burjassot (Valencia).

**Resumen:** Los artrópodos son los organismos más utilizados como bioindicadores de la calidad de aguas a consecuencia de su abundancia, diversidad y, en numerosos casos, estrecha relación con las propiedades del medio acuático, presentando importantes ventajas respecto a la utilización de parámetros físico-químicos.

## Introducción

Los artrópodos constituyen el filo terrestre de más éxito y uno de los más importantes en los ecosistemas acuáticos. Existen tres subfilos con representantes en las aguas dulces: Chelicerata (ácaros y arañas acuáticas), Uniramia (insectos acuáticos y colémbolos) y Crustacea (cangrejos, copépodos, anfípodos, etc.). Todos ellos constituyen un componente muy diverso e importante de lagos y ríos, y ocupan una gran variedad de nichos tanto en hábitats bentónicos como pelágicos y en ecosistemas acuáticos temporales y permanentes (Thorp y Covich, 1991).

La gran diversidad y abundancia de los artrópodos en las aguas dulces ha determinado que sean también los organismos más utilizados como bioindicadores. La mayoría de métodos biológicos basados en los índices bióticos incluyen en más de un 70% a los artrópodos para el cálculo de los mismos. Se tienen referencias del uso de los insectos como indicadores de la calidad del agua desde mitad del siglo XIX, cuando Kolenati (*in* Williams y Fellmate, 1992) demostró que la ausencia de larvas de tricópteros en un río era el resultado de la ubicación de una ciudad aguas arriba.

## Importancia de los artrópodos en las aguas continentales europeas

La Figura 1 refleja el número de especies de animales que se han descrito en las aguas dulces europeas (Illies, 1978). Los artrópodos constituyen, por lo tanto, más del 68% de la fauna dulceacuícola europea, lo que indica la enorme importancia y transcendencia del grupo en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

No obstante, dentro de los artrópodos la importancia de unos grupos a otros varía enormemente, según la diversidad y abundancia de los mismos. Para tener una idea la Tabla 1 presenta una síntesis de las especies descritas en los diferentes órdenes de artrópodos, comparando los datos dados por Illies (1978) para las aguas europeas y españolas, con los dados por diversos autores para la península Ibérica.

## 1. Ácaros y arañas acuáticas

La clase Arachnida esta representada en el agua dulce por unas pocas arañas semiacuáticas (ninguna presente en la península Ibérica) y por un gran número de ácaros acuáticos (unas 5000 especies). Debido a su gran número y su amplia distribución, los ácaros juegan un importante papel en los ecosistemas acuáticos, como predadores, ectoparásitos y presas.

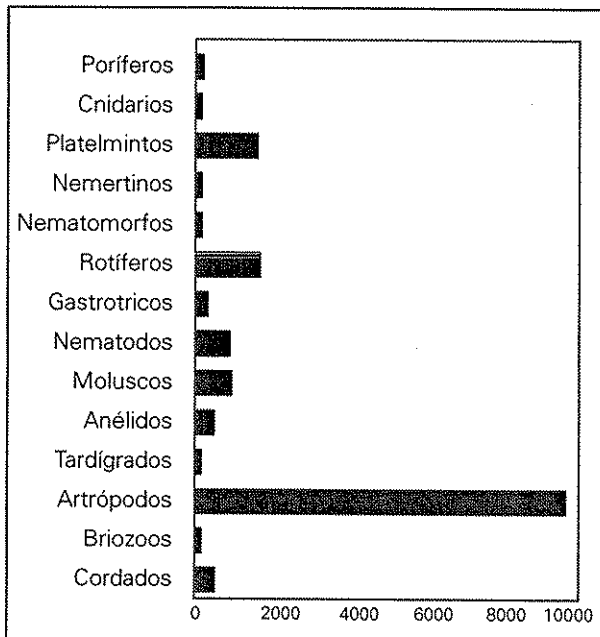
## 2. Insectos acuáticos y colémbolos

Según Thorp y Covich (1991), los diez órdenes de insectos que contienen especies acuáticas, constituyen el grupo de invertebrados más diverso y mejor estudiado. Los insectos ocupan todos los hábitats de agua dulce y todo tipo de nichos y están presentes en enormes densidades y diversidades. La mayoría de las especies pasan la mayor parte de su vida como larvas y sólo abandonan brevemente el medio acuático para aparearse.

Existen 10 órdenes que contienen insectos acuáticos. Cinco de ellos (Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Trichoptera y Megaloptera) son órdenes acuáticos, en los cuales casi todas las especies tienen larvas acuáticas. El resto (Heteroptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera y Neuroptera) son parcialmente acuáticos, en los cuales muchas especies son terrestres, pero hay especies o familias enteras que tienen uno o más estadios de su vida adaptados para vivir en el medio acuático (Hilsenhoff, 1991).

### 2.1. Efemerópteros

Son conocidos vulgarmente como efímeras, efémeras o cachipollas y se hallan en todo tipo de aguas, si bien la diversidad más alta se presenta en los sistemas fluviales (Alba-Tecedor, 1988). Su nombre indica una duración de la vida del adulto corta, de pocas horas en algunas especies. Son conocidos por los enjambres que forman en ciertas épocas cuando miles de individuos abandonan las orillas del río y pasan al estado adulto (Prat, Puig y González, 1993). Son insectos primitivos, de desarrollo directo, con fase de



**Figura 1.** Número de especies descritas en las aguas continentales europeas para los diferentes Filos del Reino Animal. Datos extraídos de Iliés (1978).

imago muy corta y cuya principal característica es la posesión, al final del abdomen, de tres cercos. Las ninfas presentan diferentes formas según el hábitat en el que viven (Harker, 1989). Constituyen el 25% del total de zoobentos presentes en aguas puras e impolutas y son además una importante fuente de alimento para los peces, especialmente salmónidos (Elliot, Humpesch y Macan, 1988). Los pescadores conocen desde antiguo esta predilección de los salmónidos, realizándose anzuelos con imitaciones perfectas de las distintas especies de efémeras.

## 2.2. Plecópteros

Es un orden muy antiguo y actualmente poco numeroso en especies, que se caracteriza por la posesión, en su estado larval, de dos cercos al final del abdomen. Se les conoce con el nombre de 'moscas de las piedras'. Prefieren los pequeños arroyos y ríos con lecho de piedras y con vegetación emergente en las orillas (Hynes, 1984). La mayor parte de las especies son intolerantes por lo que resultan indicadores de buena calidad.

## 2.3. Odonatos

Son insectos antiguos como los anteriores, conocidos vulgarmente como libélulas y caballitos del diablo. Las ninfas se caracterizan por poseer un régimen alimenticio polífago-carnívoro. Se presentan en las zonas deposicionales, ricas en vegetación y de fondo limoso (Carchini, 1983).

## 2.4. Tricópteros

Se les conoce vulgarmente como frigáneas y se caracterizan porque muchas especies forman una especie de estuches para protegerse en estado de larva y ninfa, elaborándolos con todo tipo de materiales (piedra, arenas, hojas, conchas, etc.). Son insectos también primitivos, con un gran número de especies y con multitud de adaptaciones (Prat,

Puig y González, 1983). La heterogeneidad del grupo se manifiesta, no sólo en sus diferentes tipos de hábitats y variedad de regímenes alimenticios, sino también en su diverso grado de tolerancia a la contaminación, que incluye desde taxones muy sensibles, a otros que toleran bien cierta eutrofización (Basaguren y Orine, 1990).

## 2.5. Megalópteros

Es un grupo con un reducido número de especies. Las larvas son carnívoras, y se sitúan preferentemente en el bentos de sedimento fino. Los adultos, poco activos y de vuelo pesado, apenas se alejan de las aguas en donde viven (Dethier y Haenni, 1986).

## 2.6. Heterópteros

Constituye uno de los grupos de insectos acuáticos más típicos de las zonas de débil corriente. Es un grupo de amplia historia evolutiva, lo cual se traduce en un gran número de adaptaciones y formas (Margalef, 1983). Se pueden diferenciar, según el modo de vida, en semiacuáticos o patinadores y en acuáticos. Los semiacuáticos presentan unos pelos hidrófugos en sus tarsos que evitan la interrupción de la tensión superficial del agua. Los acuáticos nadan normalmente, en general con las patas del medio y posteriores, o también de lado.

## 2.7. Coleópteros

Es el grupo más numeroso en los ambientes acuáticos. Son más típicos de las aguas estancadas, sobre todo cuando hay vegetación. El elevado número de especies y el alto grado de dispersión que presentan hace que no se pueda destacar su significación global dentro de los ecosistemas acuáticos (Margalef, 1983).

## 2.8. Dípteros

Es un orden muy diversificado, con muchas familias exclusivamente acuáticas, por lo que constituye un grupo numeroso dentro de la fauna de macroinvertebrados acuáticos. La característica principal de las larvas es la ausencia de extremidades, desarrollando unos apéndices anteriores que les permiten sujetarse al sustrato. La alta adaptabilidad de los dípteros no se debe únicamente a los hábitos alimenticios sino a los mecanismos que desarrollan para respirar (Roback, 1974).

## 2.9. Lepidópteros

Es un orden que apenas se halla representado en las comunidades dulceacuícolas, de hecho, la fauna europea sólo cuenta con un reducido número de especies todas ellas pertenecientes a la familia Pyralidae. Las larvas son fitófagas y se encuentran en las zonas de escasa o nula corriente. El ciclo biológico de la larva se ve afectado por el descenso de la temperatura o la sequía, circunstancias que determinan el ralentizamiento del crecimiento o la entrada en diapausa (Haenni, 1980).

## 2.10. Neurópteros (Plannipennes)

Al igual que el anterior es un orden con muy pocas especies. Las únicas larvas verdaderamente acuáticas son las de los sisíridos, que penetran en el interior de las esponjas de las que se alimentan, abandonando el agua para pupar. Otras

**TABLA 1**  
**Número de especies dulceacuícolas descritas en los diferentes grupos de Artrópodos.**

SUBFILO	CLASE	SUBCLASE	ORDEN	Europa (*)	P.Ibérica (*)	P.Ibérica (**)
Quelicerados	Arácnidos		Ácaros	970	254	312 (1)
Crustáceos	Branquiópodos		Anostráceos	36	9	
			Notostráceos	4	4	
			Concostráceos	13	1	
			Cladóceros	154	47	
	Maxilópodos	Ostrácodos		409	38	77 (2)
		Copéodos		467	88	
		Branquiuros		3	2	
	Malacostráceos		Sincáridos	41	8	
			Decápodos	28	7	
			Misidiáceos	19		
			Cumáceos	13		
			Isópodos	173	45	
		Anfípodos	356	38		
Unirrámicos	Insectos		Colémbolos	30	11	
			Efemerópteros	217	60	
			Plecópteros	387	71	116 (3)
			Odonatos	127	71	73 (4)
			Heterópteros	129	59	79 (5)
			Himenópteros	74	3	
			Coleópteros	1072	390	498 (6)
			Megalópteros	16	5	
			Tricópteros	895	231	270 (7)
			Lepidópteros	5	5	
	Dípteros	4031	537			

(\*) Número de especies en ILLIES (1978).

(\*\*) Número de especies en diversos autores: (1) VALDECASAS (1988), (2) BALTANÁS, BEROIZ y LÓPEZ (1996), (3) SÁNCHEZ-ORTEGA y ALBA-TERCEDOR (1987), (4) CONESA (1985), (5) NIESER y MONTES (1984), (6) RIBERA (inédito), (7) GONZÁLEZ *et al.* (1992).

especies tienen larvas semiacuáticas, que atacan a larvas de quironómidos (Margalef, 1983).

### 2.11. Colémbolos

Los colémbolos son frecuentes en el neuston y superficies higropélicas, alimentándose de polen, microorganismos y partículas orgánicas de la película superficial (Margalef, 1983). Son considerados animales semiacuáticos, asociados principalmente a hábitats lénticos (Hilsenhoff, 1991).

### 3. Crustáceos

Cerca de 4000 especies de crustáceos habitan las aguas dulces de todo el mundo, presentando gran diversidad de hábitats

y nichos alimenticios. Ocupan una porción muy significativa de la masa béntica en muchos lagos y ríos. En los ríos, los pequeños crustáceos también ocupan un rango muy amplio de hábitats diferentes desde charcas quietas a rápidos donde pastan activamente; muchos de ellos son omnívoros.

La clasificación de los crustáceos es muy compleja, pero desde el punto de vista que nos ocupa destacan los siguientes grupos: Clase Branchiopoda (cladóceros); Clase Maxillopoda (copéodos); Clase Ostracoda; Clase Malacostraca (anfípodos, isópodos y decápodos).

#### 3.1. Cladóceros

Son un grupo de pequeños animales que forman parte del zooplancton, caracterizados por ser transparentes y por

estar aplanados, de ahí su nombre vulgar de 'pulgas de agua'. Son muy abundantes en las aguas estancadas, por ello son mucho más frecuentes en lagos, charcas y ríos de corrientes lentas, sobre la vegetación (Dodson y Frey, 1991). El orden Cladocera ocupa todos los biotopos de agua dulce, siendo particularmente importante en medios lénticos con abundante vegetación acuática. Algunos miembros de la familia Daphniidae pueden sobrevivir a valores bajos de oxígeno gracias a que son capaces de sintetizar grandes cantidades de hemoglobina (Margaritora, 1983).

### 3.2. Copépodos

Es uno de los grupos de mayor éxito evolutivo, posiblemente con el mayor número de individuos en la actual biosfera. Constituyen una fracción importante de la biomasa del zooplancton, alrededor del 50%, tanto en las aguas marinas como en las epicontinentales (Margalef, 1983). Los copépodos de agua dulce incluyen numerosas especies que colonizan todo tipo de hábitats: fuentes, arroyos, manantiales, charcas, ríos, lagos, incluso medios hipogeos y aguas salobres (Harding y Smith, 1974).

### 3.3. Ostrácodos

Es un grupo frecuente en todo tipo de aguas, si bien son más abundantes en las aguas estancadas y, en particular, las temporales poco profundas. Son poco frecuentes en el plancton siendo considerados como organismos bentónicos (Delorme, 1991), situándose en la interfase agua-sedimento (Guetti y McKenzie, 1981). Son organismos de una elevada euroicidad, abarcando amplios rangos en las características físico-químicas de las aguas (conductividad, oxígeno disuelto, alcalinidad, etc.).

### 3.4. Anfípodos

Tienen una gran importancia en el bentos de lagos y ríos. La familia mejor representada es la Gammaridae, y sus especies presentan una distribución marcada por la zonación longitudinal y altitudinal (Margalef, 1983). Además la distribución de las especies se ve influida por diversos factores, entre ellos la disponibilidad de alimento, composición del sedimento, velocidad de la corriente, temperatura, nitratos y conductividad (Muck y Newman, 1992; Brand y Piepenburg, 1994). El ciclo vital completamente acuático de los anfípodos hace de ellos un posible indicador biológico de la calidad de las aguas, pues aunque toleran un cierto grado de polución orgánica, desaparecen completamente a concentraciones elevadas de ésta (García de Bikuña, 1988; Pinkster, 1988).

### 3.5. Isópodos

Son propios de ríos lentos, algunos géneros toleran la contaminación. La familia Asellidae incluye a los isópodos mejor adaptados a los medios dulceacuáticos.

### 3.6. Decápodos

Se pueden dividir en decápodos nadadores (paleónidos y atíidos) y decápodos caminadores o cangrejos de río. Estos últimos han invadido sucesivamente una amplia variedad de hábitats y juegan un importante papel en el procesamiento de la materia orgánica y en la transformación y flujo de energía (Hobbs, 1991). Cabe destacar el papel de

fuente de alimento para el hombre y también de plaga para el mismo. La invasión de especies exóticas, como el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*), o más recientemente la del cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) ha producido el cambio en la estructura de la comunidad, desplazando al cangrejo autóctono (*Austropotamobius pallipes*).

## Los artrópodos y su utilización como indicadores biológicos para la evaluación de la calidad de las aguas dulces

Son muchos y muy diversos los métodos que se han utilizado para el monitoreo y evaluación de la calidad de las aguas dulces. En España las labores de vigilancia y control se basan en la medición de un gran número de parámetros físico-químicos del agua. No obstante, los métodos biológicos son los que ofrecen mejores resultados, puesto que existe una relación estrecha entre las propiedades de un medio y los organismos que en él se desarrollan, lo cual permite la posible utilización de los organismos como indicadores (Margalef, 1955). La utilización de la biota es importante porque las medias físicas y químicas solo informan de las condiciones que existen en el momento en que las muestras son tomadas, mientras que la vigilancia biológica refleja las condiciones que se han integrado tras un largo periodo.

Bajo la denominación de macroinvertebrados encontramos el grupo de organismos más utilizado como bioindicadores. Está constituido por un variado número de grupos faunísticos (moluscos, crustáceos, insectos, oligoquetos, hirudíneos, etc.). El éxito en la utilización de macroinvertebrados se debe a su tamaño relativamente grande y facilidad de manejo, a su sencillez de recolección y a su sensibilidad frente a los distintos grados de contaminación de las aguas (García de Jalón, González del Tánago y García de Viedma, 1979-1980). Dentro de los macroinvertebrados la gran diversidad y abundancia de artrópodos ha determinado que el hombre los considere como uno de los grupos faunísticos de mayor importancia como bioindicadores. Por ejemplo, los insectos acuáticos han sido utilizados en el monitoreo de la calidad del agua desde principios de siglo, y ellos forman la base de los sistemas clásicos que informan sobre los sistemas tróficos en los lagos (Rosenberg, Danks y Lehmkuhl, 1986).

### 1. Ácaros

Están especializados en explotar estrechos rangos de regímenes físicos y químicos, así como los atributos biológicos particulares de los organismos que parasitan y sobre los que hacen presa. Consecuentemente, los ácaros pueden ser unos indicadores excepcionalmente sensibles al impacto de los cambios ambientales en las comunidades de agua dulce. Su diversidad se ve dramáticamente reducida en los hábitats que han sido degradados por contaminación química o perturbaciones físicas. La utilización de los ácaros para evaluación y monitoreo de los hábitats acuáticos pasa por el entendimiento de los requerimientos del nicho individual y de las relaciones tróficas y por la mejora del conocimiento sistemático del grupo (Smith y Cook, 1991).

### 2. Insectos

Cada uno de los órdenes de insectos necesita unas condiciones determinadas del medio para estar presente en las

comunidades acuáticas, y según éstas variará la frecuencia o abundancia de cada especie. El orden Plecoptera es típico de aguas oligotróficas y muestra una uniformidad relativamente grande en cuanto a escasa tolerancia a un enriquecimiento orgánico de las mismas, aunque las familias Leuctridae, Capniidae y Nemouridae contienen especies algo más tolerantes (Hawkes, 1978). Otros órdenes como Trichoptera o Diptera son mucho más variados en su comportamiento frente a las condiciones del medio; en el caso del primero, en general intolerante a las condiciones de contaminación orgánica, la especie *Hydropsyche angustipennis* vive, y a veces en abundancia, en zonas próximas a la contaminación (zonas de recuperación del río), lo mismo que algunas especies del género *Rhyacophila*. En el caso de Diptera, la diferencia es mucho más marcada y este orden contiene desde especies que viven en aguas muy puras y pobres en nutrientes como las de los géneros *Atherix*, *Limnophora*, *Dicranota*, etc., hasta otras indicadoras de gran contaminación como *Chironomus riparius* (García de Jalón, González del Tánago y García de Viedma, 1979-1980). Por tanto, las medidas de diversidad y riqueza de las especies de insectos acuáticos proporcionan unos índices muy útiles que relacionan las características físicas y químicas del entorno en el que viven (McCafferty, 1981).

Los insectos pueden ser utilizados en bioensayos (test de toxicidad, bioacumulación, estudios de comportamiento, anomalías morfológicas), y análisis de población y comunidad. Sin embargo, para estos usos, es importante que los organismos sean identificados a nivel de especie. También es importante tener información detallada sobre sus ciclos de vida antes de que los resultados del monitoreo y evaluación de una población puedan ser adecuadamente interpretados (Rosenberg, Danks y Lehmkuhl, 1986).

### 3. Crustáceos

El requerimiento general de altas concentraciones de oxígeno disuelto de muchos crustáceos peracáridos generalmente los limita a aguas limpias y frías. A causa de que se alimentan sobre una amplia variedad de material e incorporan constituyentes químicos de su alimento en sus cuerpos, estos organismos son importantes en las investigaciones sobre la calidad del agua. La facilidad de coleccionar anfípodos e isópodos en un amplio rango de hábitats y su resistencia en el laboratorio hacen de estos crustáceos candidatos ideales para el monitoreo de la contaminación. Son, como muchas otras especies de agua dulce, especialmente sensitivos al cobre y a otros metales pesados tóxicos. Pueden ser utilizados como 'centinelas' de la exposición crónica a bajas concentraciones de toxinas o como indicadores de episodios agudos de vertidos tóxicos que podrían no ser medidos en los muestreos de rutina de lagos y ríos (Covich y Thorp, 1991).

### Ejemplo de utilización de los artrópodos como bioindicadores

La mayoría de métodos biológicos para la determinación de la calidad del agua se basan en el estudio de la comunidad de macroinvertebrados que se ordena según su sensibilidad a la contaminación. Una buena recopilación de los índices biológicos desarrollados en Europa es la ofrecida por Metcalfe (1989). Generalmente en estos índices se comprueba en primer lugar si existen plecópteros, después si

están ausentes, pasamos a observar si hay efemerópteros, y así sucesivamente hasta encontrar el primer grupo faunístico. Cada grupo faunístico tiene un valor indicador y según su abundancia, se obtiene al final un valor que oscila entre unos números que indican desde aguas puras (valor 10 ó próximo) hasta aguas contaminadas (valor 1 ó 0).

A principios de los años 80 se desarrolló en Inglaterra (National Water Council, 1981) un método denominado BMWP (Biological Monitoring Working Party), que está basado en la identificación de familias de macroinvertebrados. A cada familia se le da un valor comprendido entre 1 y 10. El valor 1 corresponde a familias que viven en aguas muy contaminadas y el 10 a familias que no toleran la contaminación. La suma de los valores obtenidos de cada familia nos dará el grado de contaminación. En España Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1988) realizaron una adaptación del índice (BMWP') incluyendo familias que no estaban presentes en el original y que son frecuentes en nuestro país (Tabla 2).

Si analizamos las familias que contiene la Tabla 2 observamos que el 80,9% de las mismas corresponderían a artrópodos, frente al 19,1% de familias pertenecientes a los diferentes grupos de invertebrados no artrópodos. Esto da una idea de la importancia de los artrópodos en el cálculo del índice BMWP', importancia que es similar en el resto de índices bióticos que se han utilizado hasta la actualidad.

### Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas de los ríos en Aragón

La utilización de índices bióticos en el estudio de la calidad de las aguas de los ríos de la Comunidad de Aragón, ha sido especialmente frecuente en los ríos de la provincia de Teruel. En la Tabla 3 se realiza una síntesis de los diferentes taxones de macroinvertebrados hallados por diversos autores en los ríos de esta provincia.

Martínez-López *et al.* (1991) en su estudio sobre el río Guadalaviar y Mijares, encuentran en las zonas de cabecera para ambos ríos, las especies características de aguas limpias, que se encuentran dentro de la clasificación de García de Jalón y González del Tánago (1986) como especies intolerantes, donde domina la fauna de plecópteros y efemerópteros, principalmente. En el estudio realizado en los ríos próximos a la central térmica de Andorra (Teruel), se aplicó el índice BMWP' para conocer la calidad de las aguas de los mismos (Pujante, Martínez-López y Tapia, en prensa). Los resultados revelaron la presencia de numerosas especies de artrópodos y otros invertebrados, encontrándose una correlación entre las aguas no contaminadas y las especies indicadoras de buena calidad. El río Guadalaviar y el río Alfambra fueron objeto de un detallado estudio (Pérez Murciano, 1994), en el que aplicaron cuatro tipos diferentes de índices bióticos, todos basados en la fauna de invertebrados.

En estos tres trabajos los resultados fueron muy similares: los artrópodos constituyeron más del 70% de la fauna de macroinvertebrados capturada. No obstante, todavía es muy escaso el conocimiento de cuales son las especies que pueblan las aguas de estos ríos, como sucede en muchas áreas de la península Ibérica. Por lo tanto, es imprescindible realizar estudios taxonómicos básicos tanto en la identificación de artrópodos, como en la del resto de grupos de invertebrados utilizados como bioindicadores.

TABLA 2

Familias de macroinvertebrados y sus puntuaciones de acuerdo con el índice BMWP' (ALBA-TERCEDOR y SÁNCHEZ-ORTEGA, 1988). Se destacan en negrilla todas las familias de artrópodos.

Familias	Puntuación
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae Aphelocheiridae	10
Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae Athericidae, Blephariceridae	
Astacidae Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae Corduliidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae Nemouridae Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae Hydroptilidae Unionidae Corophiidae, Gammaridae Platycnemididae, Coenagrionidae	6
Oligoneuriidae Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae	5
Baetidae, Caenidae Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sialidae Piscicolidae Hidracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae Notonectidae, Corixidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeridae Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta	1

TABLA 3

Número de taxones de macroinvertebrados hallados en los ríos de la provincia de Teruel por diversos autores.

Grupo faunístico	Guadalaviar y Mijares	Ríos térmica de Andorra	Guadalaviar y Alfambra
Planarias			2
Moluscos	15	8	7
Oligoquetos	7	3	5
Hirudíneos	5	5	3
% No artrópodos	29,03	25,81	22,37
Ácaros	12		
Insectos:			
Efemerópteros	11	14	8
Plecópteros	5	2	9
Odonatos	9	3	4
Tricópteros	8	7	10
Megalópteros			1
Heterópteros	5	4	1
Coleópteros	7	7	8
Dípteros	6	7	15
Colémbolos			1
Crustáceos:			
Anfípodos	1	1	1
Decápodos	2	1	
% Artrópodos	70,96	74,19	77,63

### Bibliografía

- ALBA-TERCEDOR, J. 1988. Ephemeroptera. 27. In: Barrientos, J. (ed), *Bases para un curso práctico de Entomología*. Asociación española de Entomología. pp. 359-371.
- ALBA-TERCEDOR y A. SÁNCHEZ-ORTEGA. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56.
- BALTANÁS, A., B. BEROIZ y A. LÓPEZ. 1996. Lista faunística y bibliográfica de los ostrácodos no-marinos (Crustacea, Ostracoda) de la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. *Listas de la Flora y Fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica*, nº 12. Asociación española de Limnología. 71 pp.
- BASAGUREN, A. y E. ORINE, 1990. The relationship between water quality and caddisfly assemblage structure in fast-running rivers. The river Cadagua basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 15: 35-48.
- BRANDT, A. y D. PIEPENBURG. 1994. Peracarid crustacean assemblages of the Kulbeinsey Ridge, North of Iceland. *Polar Biol.*, 14: 97-105.

- CARCHINI, G. 1983. Odonati. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, n° 21. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/198. 80 pp.
- CONESA, M.A. 1985. Larvas de odonatos. *Claves para la identificación de la fauna española*, n° 14. Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid. 39 pp.
- COVICH, A.P. y J.H. THORP. 1991. Crustacea: introduction and Peracarida. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 665-689.
- DETHIER, M. y J.P. HAENNI. 1986. Planipennes, Mégaloptères et Lepidoptères à larves aquatiques. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 55(6): 201-224.
- DELORME, L.D. 1991. Ostracoda. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 691-722.
- DODSON, S.I. y D.G. FREY. 1991. Cladocera and other Branchiopoda. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 723-786.
- ELLIOT, J.M.; U.H. HUMPESECH y T.T. MACAN. 1988. *Larvae of the British Ephemeroptera: A key with ecological notes*. Freshwater Biological Association. Scientific Publication. N° 49. 145 pp.
- GARCÍA DE BIKUÑA, B. 1988. Importancia ecológica y biogeográfica de los anfípodos (Crustacea) de las aguas superficiales de Bizkaia. *Actas del Congreso de Biología ambiental. II Congreso Mundial Vasco*. Servicio editorial de la U.P.V., Bilbao. pp. 137-148.
- GARCÍA DE JALÓN, D., M. GONZÁLEZ DEL TÁNAGO y M. GARCÍA DE VIEDMA. 1979-80. Importancia de los insectos en los métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas: necesidad de su conocimiento taxonómico. *Graellsia*, 35-36: 143-148.
- GARCÍA DE JALÓN, D. y M. GONZÁLEZ DEL TÁNAGO. 1986. *Métodos biológicos para el estudio de la calidad de las aguas. Aplicación a la cuenca del Duero*. Icona-Monografías. 244 pp.
- GONZÁLEZ, M., L. S. W. TERRA, D. GARCÍA DE JALÓN y F. COBO, 1992. Lista faunística y bibliográfica de los Tricópteros (Trichoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Listas de la Flora y Fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica*, n° 11. Asociación Española de Limnología. 200 pp.
- GUETTLI, P.F. y K. MCKENZIE, 1981. Ostracodi. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, n° 11. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/108. 82 pp.
- HAENNI, J.P., 1980. Contribution a la connaissance de la biologie des papillons aquatiques (Lepidoptera, Pyraloidea) sur la rive sud du lac de Neuchâtel. *Bull. Soc. Neuch. Sci. Nat.*, 103: 29-43.
- HARDING, J.P. y W.A. SMITH. 1974. *A key to the British Freshwater Cyclopid and Calanoid Copepods*. Freshwater Biological Association. Scientific Publication, n° 18. 54 pp.
- HARKER, J., 1989. *Mayflies*. Naturalists' Handbooks, 13. Richmon Publishing Co. 56 pp.
- HAWKES, H.A. 1978. Conceptual basis for the biological surveillance of river water quality. In: *Biological Surveillance of River Water Quality*. Proceed. Sec. K., British Assoc. Advancement of Sc. Birmingham.
- HILSENHOFF, W.L., 1991. Diversity and Classification of Insects and Collembola. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 593-663.
- HOBBS, H.H. 1991. Decapoda. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 823-858.
- HYNES, H.B.N. 1984. *Adults and nymphs of British stoneflies (Plecoptera)*. Freshwater Biological Association. Scientific Publication, N° 17. 92 pp.
- ILLIES, J., 1978. *Limnofauna Europaea*. Swets y Zeitlinger B.V. Amsterdam. 532 pp.
- MARGALEF, F.R. 1955. Los organismos indicadores en la Limnología. *Biología de las Aguas Continentales*. 12. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid. 300 pp.
- MARGALEF, F.R. 1983. *Limnología*. Omega S.A. Barcelona. 1010 pp.
- MARGARITORA, F. 1983. Cladoceri. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, n° 22. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/197. 169 pp.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, F., A.M. PUJANTE, M.J. GIL y G. TAPIA. 1991. Macroinvertebrados y calidad de aguas del río Guadalaviar y cuenca del río Mijares (Teruel). *Teruel*, 82 (1): 115-160.
- METCALFE, J.L. 1989. Biological water quality assesment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 60: 101-139.
- MCCAFFERTY, W.P. 1983. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlet Publishers, Inc. 448 pp.
- MUCK, J.A. y R.M. NEWMAN. 1992. The distribution of Amphipods in Southeastern Minnesota and their relation to Water Quality and Land Use. *Jour. Iowa Acad. Sci.*, 99(1): 34-39.
- NATIONAL WATER COUNCIL. 1981. *River Quality: The 1980 survey and further outlook*. NW London.
- NIESER, N. y C. MONTES. 1984. Lista faunística y bibliográfica de los heterópteros acuáticos (Nepomorpha y Gerromorpha) de España y Portugal. *Listas de la Flora y Fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica*, n° 1. Asociación española de Limnología. 66 pp.
- PÉREZ MURCIANO, S. 1994. *Contribución al estudio de los macroinvertebrados bentónicos del Alto Turia (Teruel)*. Aplicación de índices biológicos. Tesis de licenciatura. Universitat de València.
- PINKSTER, S. 1988. Changes in the condition of Basque rivers during the last 15 years. *Actas del Congreso de Biología Ambiental I*. II Congreso Mundial Vasco. Servicio editorial de la U.P.V., Bilbao. pp. 133-143.
- PRAT, N.; M.A. PUIG y G. GONZÁLEZ, 1983. *Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat*, II. El poblament faunistic i la seua relació amb la qualitat de les aigües. Estudios i Monografías del Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona. 164 pp.
- PUJANTE, A., F. MARTÍNEZ-LÓPEZ y G. TAPIA. (En prensa). Macroinvertebrados y calidad de las aguas de los ríos próximos a la central térmica de Andorra (Teruel, España). *Limnética*, 12(1).
- ROBACK, S.S., 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). In: Hart, C.W. y S.L.H. Fuller (eds.), *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press. New York. pp. 314-376.
- ROSENBERG, D.M., H.V. DANKS y D.M. LEHMKUHL. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*, 10 (6): 773-783.
- SÁNCHEZ-ORTEGA, A. y J. ALBA-TERCEDOR. 1987. Lista faunística y bibliográfica de los Plecópteros (Plecoptera) de la Península Ibérica. *Listas de flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica*, n° 4. Asociación española de Limnología. 122 pp.
- SMITH, I.M. y D.R. COOK. 1991. Water mites. In: J.H. Thorp y A.P. Covich (eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press Inc. San Diego, California. pp. 523-592.
- VALDECASAS, 1988. Lista sinonímica y bibliográfica de las Hidracnelas (Acari, Hydrachneidae) de la Península Ibérica, Baleares e Islas Canarias. *Listas de flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica*, n° 5. Asociación española de Limnología. 81 pp.
- WILLIAMS, D.D. y FELTMATE, W., 1992. *Aquatic Insects*. C.A.B. International. Wallingford, Oxon.